

Electromagnetic valve with holding current reduction has switching arrangement that changes to lower holding current depending on parameter variation when valve switched

Publication number: DE10129153

Publication date: 2003-01-09

Inventor: WIRTL HANNES (DE)

Applicant: FESTO AG & CO (DE)

Classification:

- international: **H01F7/18; H01F7/08; (IPC1-7): H01F7/18; H03L7/08**

- European: H01F7/18C

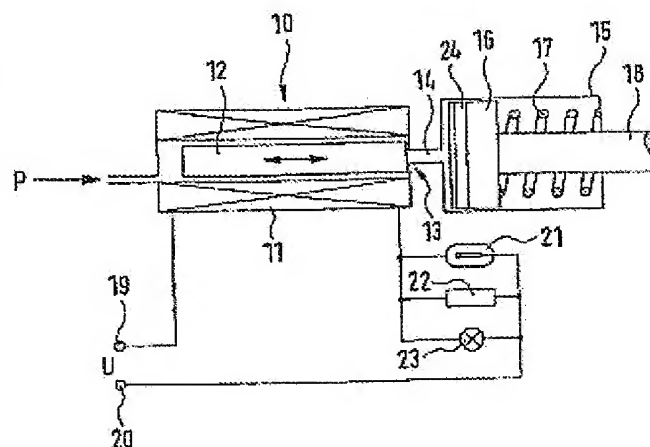
Application number: DE20011029153 20010616

Priority number(s): DE20011029153 20010616

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10129153

The electromagnetic valve (10) has a valve coil arrangement, an arrangement for reducing the holding current from a higher pull-in current to a lower holding current after the valve has been switched and a sensor arrangement (21) for detecting a parameter that varies when the valve is switched. A switching arrangement changes to the lower holding current depending on this parameter variation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 29 153 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 F 7/18
H 03 L 7/08

②① Aktenzeichen: 101 29 153.1
②② Anmeldetag: 16. 6. 2001
④③ Offenlegungstag: 9. 1. 2003

DE 101 29 153 A 1

⑦① Anmelder:
FESTO AG & Co., 73734 Esslingen, DE

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter &
Abel, 73730 Esslingen

⑦② Erfinder:
Wirtl, Hannes, 86956 Schongau, DE

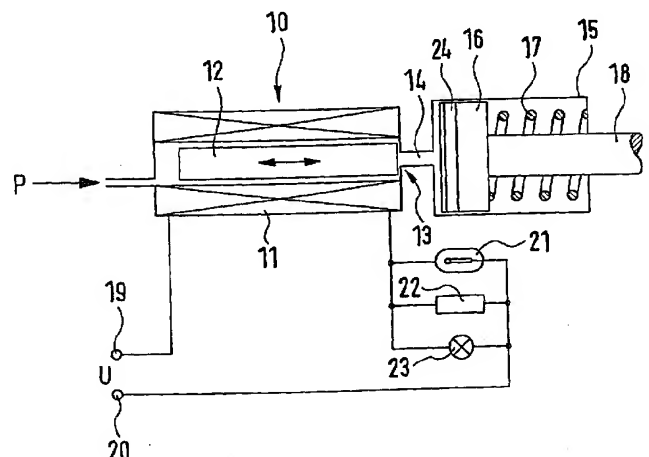
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 199 56 127 A1
DE 197 28 840 A1
DE 196 47 215 A1
DE 196 38 260 A1
DE 44 25 987 A1
DE 43 07 878 A1
DE 38 43 138 A1
US 46 08 620 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Elektromagnetisches Ventil mit Haltestromabsenkung**

⑤⑦ Es wird ein elektromagnetisches Ventil (10) mit einer Ventilspulenordnung (11) und Mitteln zur Haltestromabsenkung von einem höheren Anzugsstrom auf einen niedrigeren Haltestrom nach dem Schalten des Ventils (10) vorgeschlagen. Sensormittel (21) dienen zur Erfassung eines beim Schalten des Ventils (10) sich verändernden Parameters, wobei in Abhängigkeit dieser Veränderung schaltende Schaltmittel (21) zur Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom vorgesehen sind.



DE 101 29 153 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektromagnetisches Ventil mit einer Ventilspulenordnung und Mitteln zur Haltestromabsenkung von einem höheren Anzugsstrom auf eine niedrigeren Haltestrom nach dem Schalten des Ventils.

[0002] Derartige Ventile mit Haltestromabsenkung sind beispielsweise aus der DE 196 47 215 A1 bekannt. Zunächst wird ein höherer Anzugsstrom für das Schalten des Ventils vorgegeben, der getaktet oder nicht getaktet sein kann. Nach einer vorgebbaren Zeit wird dann auf einen niedrigeren Haltestrom umgeschaltet, der ausreicht, das Ventil in der betätigten Stellung zu halten. Hierdurch kann die Wärmeentwicklung und der elektrische Verbrauch verringert werden. Die Zeitdauer muss dabei so lange gewählt werden, dass das sichere Schalten des Ventils sichergestellt ist.

[0003] Nachteilig an der bekannten Lösung ist zum einen die lange Zeitdauer für die Vorgabe des Anzugsstroms, die aus Sicherheitsgründen wesentlich länger gewählt werden muss, als für das Schalten des Ventils eigentlich erforderlich wäre. Weiterhin kann trotz der langen Zeitdauer nicht sichergestellt werden, dass das Ventil bzw. sein Anker auch tatsächlich in die Arbeitsstellung umgeschaltet hat. Störungen, wie ein Klemmen des Ankers, Stromschwankungen oder mechanische Hindernisse, können nicht berücksichtigt werden, und nach der vorgegebenen Zeit erfolgt in jedem Falle eine Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom, der in keinem Falle in der Lage ist, jetzt noch den Schaltvorgang zu bewirken.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein elektromagnetisches Ventil mit einer Haltestromabsenkung zu schaffen, durch das die Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom sicher erst nach dem Schalten des Ventils erfolgt.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Sensormittel zur Erfassung eines beim Schalten des Ventils sich verändernden Parameters gelöst, wobei in Abhängigkeit dieser Veränderung schaltende Schaltmittel zur Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom vorgesehen sind.

[0006] Die erfindungsgemäße Lösung hat den Vorteil, dass zum einen die Umschaltung sicher erst nach dem Schalten des Ventils und zum anderen unmittelbar nach diesem Schalten erfolgt. Hierdurch wird eine Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom vor dem Schalten des Ventils sicher ausgeschlossen, und zum anderen wird die elektrische Energie durch die Haltestromreduzierung unmittelbar nach dem Schalten des Ventils minimiert. Der niedrigere Haltestrom ist somit zusätzlich ein sicheres Erkennungsmittel, dass das Ventil tatsächlich geschaltet hat.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Ventils möglich.

[0008] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante weisen die Sensormittel einen magnetfeldsensitiven Schalter auf, der in Abhängigkeit der Position eines Magneten an einem sich beim Schalten des Ventils bewegenden Element seinen Schaltzustand wechselt. Hierdurch kann die Bewegung und damit das Schalten des Ventils sicher erkannt werden.

[0009] Eine besonders günstige Ausgestaltung besteht dabei darin, dass der magnetfeldsensitive Schalter im Ruhezustand des Ventils geschlossen und bei geschaltetem Ventil geöffnet ist, und dass dieser Schalter in den Stromkreis der Ventilspulenordnung geschaltet und durch ein stromreduzierendes Element, insbesondere einen Widerstand, überbrückt ist. Durch Öffnen des Schalters wird für den Stromfluss automatisch das stromreduzierende Element und damit die Haltestromabsenkung wirksam. Der magnetfeldsensi-

tive Schalter wirkt dabei gleichzeitig als Sensormittel und als Schaltmittel zur Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom.

[0010] Durch eine parallel zum magnetfeldsensitiven Schalter bzw. zum stromreduzierenden Element geschaltete Anzeigevorrichtung ist dabei zusätzlich eine sichere Anzeige für den Schaltzustand des Ventils bzw. den erfolgten Schaltvorgang auf einfache Weise möglich.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsvariante weisen die Sensormittel einen Drucksensor auf, der einen beim Schalten des Ventils sich verändernden Druck sensiert. Da die Druckveränderung eine Folge des Schaltens des Ventils ist, kann auch hierdurch das Schalten des Ventils sicher erkannt werden, und die in Abhängigkeit des sich verändernden Drucks schaltenden Schaltmittel ermöglichen eine sichere unmittelbare Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom nach dem Schalten des Ventils. Die Schaltmittel zur Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom oder Stromsensormittel zur Erkennung des niedrigeren Haltestroms stehen zweckmäßigerweise mit einer Anzeigevorrichtung in Wirkverbindung, die somit sicher den Schaltzustand des Ventils bzw. den durchgeführten Schaltvorgang des Ventils wiedergibt.

[0012] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante besitzen die Sensormittel einen Stromsensor für den Ventilspulenstrom sowie Mittel zur Bildung des Verlaufs der zeitlichen Ableitung desselben, wobei die Schaltmittel zur Auslösung der Umschaltung bei einem negativen Wert der zeitlichen Ableitung ausgebildet sind. Hierzu dient zweckmäßigerweise eine die Umschaltung bei Unterschreitung eines vorgebbaren Werts der zeitlichen Ableitung auslösende Schwellwertstufe. Ein Stromsensor kann in einfacher Weise in einer Ansteuer- oder Treiberschaltung integriert sein, so dass kein separater Sensor erforderlich ist. Diese Ausführung führt daher zu einer besonders kostengünstigen Lösung.

[0013] Zweckmäßigerweise sind Speichermittel zur Speicherung eines Auslöse- oder Umschaltsignals vorgesehen, die mit einer Anzeigevorrichtung in Wirkverbindung stehen, so dass trotz des kurzen Umschaltsignals die erfolgte Umschaltung für eine gewünschte Zeit wiedergegeben werden kann.

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0015] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines elektromagnetischen Ventils mit Haltestromabsenkung im Ruhezustand, wobei das Schalten des Ventils durch einen Reed-Schalter sensiert wird,

[0016] Fig. 2 dasselbe Ausführungsbeispiel im geschalteten Zustand,

[0017] Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem Druckschalter als Sensormittel zur Erkennung des Schaltens des Ventils,

[0018] Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel mit einem Stromsensor zur Erkennung des Schaltens des Ventils und [0019] Fig. 5 ein Signaldiagramm zur Erläuterung des in Fig. 4 dargestellten dritten Ausführungsbeispiels.

[0020] Bei dem in den Fig. 1 und 2 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel besitzt ein schematisch dargestelltes Vorsteuerventil 10 eine Ventilspule 11 und einen beweglichen Anker 12, der gleichzeitig als Ventiltglied von einem Ventilsitz 13 dient. Durch das Vorsteuerventil 10 ist über eine Druckleitung 14 ein in einem Zylinder 15 verschiebbar geführter Kolben 16 verschiebbar geführt. Durch die Kraft einer Schraubenfeder 17 wird dieser Kolben 16 im Ruhezustand des Vorsteuerventils 10, in der der Ventilsitz 13 verschlossen ist, in der linken Stellung gehalten. Eine Kolben-

stange **18** dient zur Betätigung eines zur Vereinfachung nicht dargestellten Ventilglieds.

[0021] Zwei Anschlussklemmen **19**, **20** für eine Versorgungsspannung U sind über die Reihenschaltung der Ventilschule **11** mit einem Reed-Schalter **21** miteinander verbunden. Parallel zum Reed-Schalter **21** sind ein Strombegrenzungswiderstand **22** sowie eine Anzeigelampe **23** geschaltet. Der Reed-Schalter **21** ist so positioniert, dass sein Schaltkontakt durch das Magnetfeld eines am Kolben **16** angeordneten Permanentmagneten **24** im geschlossenen Zustand gehalten wird, wenn der Kolben **16** die in Fig. 1 dargestellte Ruhestellung einnimmt.

[0022] Zur Betätigung der Ventilanordnung wird die Versorgungsspannung U an die Anschlussklemmen **19**, **20** gelegt. Dadurch fließt ein Anzugsstrom durch die Ventilschule **11** und den geschlossenen Reed-Schalter **21**, durch den der Anker **12** betätigt und die in Fig. 2 dargestellte Arbeitsstellung verschoben wird. Der Ventilsitz **13** ist nun geöffnet, und ein Druckmedium P kann den Kolben **16** beaufschlagen, der dadurch gegen die Kraft der Schraubenfeder **17** in die in Fig. 2 dargestellte betätigte Stellung bewegt wird. Da sich mit dem Kolben **16** auch der Permanentmagnet **14** vom Reed-Schalter **21** wegbewegt, wird dieser in seine geöffnete Ruhestellung bewegt, so dass der Strom nunmehr durch den Strombegrenzungswiderstand **22** fließen muss. Dies bewirkt eine Umschaltung auf einen niedrigeren Haltestrom, der ausreicht, den Anker **12** in seiner Arbeitsstellung zu halten. Beispielsweise muss die Kraft einer nicht dargestellten Feder kompensiert werden.

[0023] Der nach der Umschaltung durch den Stromfluss im Strombegrenzungswiderstand **22** bewirkte Spannungsabfall führt zur Einschaltung der Anzeigelampe **23**, die somit anzeigt, dass der Schaltvorgang der Ventilanordnung vollzogen ist bzw. dass die Ventilanordnung sich nunmehr in der zweiten Schaltstellung, nämlich der Arbeitsstellung, befindet.

[0024] In Abwandlung des dargestellten Ausführungsbeispiels kann anstelle des Reed-Schalters auch ein anderer magnetfeldsensitiver Schalter treten, beispielsweise ein Hall-Schalter, eine Sensorschule oder dergleichen. Weiterhin kann anstelle des Strombegrenzungswiderstands **22** ein anderes stromreduzierendes Element, beispielsweise ein PTC oder eine Strombegrenzungsschaltung, treten. Weiterhin kann der Permanentmagnet **24** auch an einer anderen Stelle eines sich beim Schaltvorgang bewegenden Elements angeordnet sein, beispielsweise direkt am Anker **12**, wobei dann selbstverständlich der magnetfeldsensitive Schalter entsprechend positioniert werden muss. Die Erfindung ist dabei selbstverständlich nicht auf vorgesteuerte Ventile beschränkt, sondern ist auch für direkt gesteuerte elektromagnetische Ventile einsetzbar. Der Anzugsstrom und der niedrigere Haltestrom können analoge Ströme oder getaktete Ströme sein, wie dies beim eingangs angegebenen Stand der Technik der Fall ist. Dies gilt selbstverständlich auch für die weiteren dargestellten beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung.

[0025] Bei dem in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel besitzt eine Treiberstufe **25** zwei Stromquellen **26**, **27** zur Erzeugung eines höheren Anzugsstroms I_A und eines niedrigeren Haltestroms I_H . Die beiden Stromquellen **26**, **27** können dabei alternativ mittels eines Umschalters **28** mit der Ventilschule **11** eines im Übrigen nicht dargestellten Ventils verbunden werden. Ein Drucksensor **29** erfasst den Ventildruck an einer Stelle, an der er sich nach dem Schalten des Ventils ändert. Die Änderung, also die Überschreitung oder die Unterschreitung eines zuvor vorliegenden Druckwerts, wird durch eine Schwellwertstufe **30** erkannt, durch die der Umschalter **28** steuerbar ist. Der Aus-

gang der Schwellwertstufe **30** steuert darüber hinaus eine Anzeigelampe **31**.

[0026] Im Ruhezustand befindet sich der Umschalter **28** in der dargestellten Schaltstellung, in der die den höheren Anzugsstrom erzeugende Stromquelle **26** mit der Ventilschule **11** verbunden ist. Wird nun die Versorgungsspannung an die Anschlussklemmen **19**, **20** gelegt oder die Stromquelle **26** auf andere Weise eingeschaltet, so fließt ein Anzugsstrom durch die Ventilschule **11**, die zu einer Umsteuerung bzw. Umschaltung des Ventils führt. Durch diese Umschaltung verändert sich der durch den Drucksensor **29** erfasste Druck, so dass die Schwellwertstufe **30** bei Über- oder Unterschreitung eines vorgegebenen Druckschwellwerts schaltet und dadurch den Umschalter **28** betätigt, der nunmehr die den Haltestrom I_H erzeugende Stromquelle **27** mit der Ventilschule **11** verbindet. Durch die Umschaltung der Schwellwertstufe **30** wird auch die Anzeigelampe **31** eingeschaltet, die dadurch die Umsteuerung des Ventils bzw. den zweiten erregten Schaltzustand dieses Ventils anzeigt.

[0027] Das in Fig. 4 dargestellte dritte Ausführungsbeispiel entspricht teilweise dem in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel, so dass entsprechende Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen und nicht nochmals beschrieben sind.

[0028] Beim dritten Ausführungsbeispiel ist ein Stromsensor **32** in oder an der Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang der Stromquelle **26** und dem Umschalter **28** angeordnet. Eine mit dem Stromsensor **32** verbundene Differentialstufe **33** bildet die seitliche Ableitung des dem Anzugsstrom entsprechenden Messsignals. Eine nachgeschaltete Schwellwertstufe **34** dient zur Erkennung von negativen Werten und erzeugt dann ein Umschaltsignal für den Umschalter **28**. Weiterhin wird das Schaltsignal der Schwellwertstufe **34** in einer Speichereinrichtung **35** gespeichert, wobei das gespeicherte Signal zur Einschaltung der Anzeigelampe **31** dient.

[0029] Die Erläuterung der Wirkungsweise soll im Folgenden anhand des in Fig. 5 dargestellten Signaldiagramms erfolgen. Dabei soll zunächst die Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom unberücksichtigt bleiben, das heißt, die Signaldiagramme gemäß Fig. 5 zeigen das Ein- und Ausschalten des Ventils lediglich mit der Stromquelle **26**.

[0030] Das oberste Diagramm zeigt das Ein- und Ausschalten der Versorgungsspannung U . Nach dem Einschalten wird die Ventilschule **11** mit dem Anzugsstrom beaufschlagt, so dass sich der nicht dargestellte Magnetanker verzögert in Bewegung setzt und schließlich seine Arbeitsstellung erreicht. Entsprechend bewegt er sich nach dem Ausschalten der Versorgungsspannung verzögert wieder in die Ruhestellung zurück. Dies ist im zweiten Diagramm dargestellt.

[0031] Durch die vom bewegten Anker initiierte Spannung entsteht eine Stromsenke im ansteigenden Stromzweig, die ein sicheres Indiz für die Bewegung des Ankers ist. Dieser Stromverlauf I ist im dritten Diagramm dargestellt. Durch die zeitliche Ableitung des Stroms I durch die Differentialstufe **33** wird im Bereich der Stromsenke ein negativer Differentialwert erreicht, wie dies aus dem vierten Diagramm hervorgeht. Wenn dieser negative Differentialwert die negative Schaltschwelle A der Schwellwertstufe **34** unterschreitet, so erzeugt diese ein Schaltsignal, das in der Speichereinrichtung **35** gespeichert wird und das die Einschaltung der Anzeigelampe **31** bewirkt. Auf diese Weise kann das Schalten des Ventils sicher detektiert und angezeigt werden. Eine entsprechende Schaltung für die Anzeigelampe **31** kann auch für die übrigen Ausführungsbeispiele eingesetzt werden.

[0032] Das Schaltsignal der Schwellwertstufe **34** wird je-

doch beim dritten Ausführungsbeispiel auch zur Umschaltung des Umschalters **28** eingesetzt. Dieses Umschalten bewirkt, dass der reduzierte Haltestrom I_H der zweiten Stromquelle **27** nun durch die Ventilspule **11** fließt (in Abweichung zum dritten und vierten Signaldiagramm).

[0033] Die Rückschaltung des Umschalters **28** beim Ausschalten der Versorgungsspannung und das Löschen des Anzeigesignals in der Speichereinrichtung **35** kann beispielsweise durch den positiven Ausschlag des Differentialsignals nach dem Abschalten der Versorgungsspannung erfolgen. [0034] Anstelle einer Anzeigeleuchte für das Schalten des Ventils können beispielsweise auch zwei Anzeigeleuchten vorgesehen sein, die alternativ ein- und ausschalten und somit sowohl den nicht geschalteten als auch den geschalteten Zustand des Ventils wiedergeben. Andere akustische und/oder optische Anzeigevorrichtung sind selbstverständlich ebenfalls einsetzbar.

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Ventil mit einer Ventilspulen-anordnung und Mitteln zur Haltestromabsenkung von einem höheren Anzugsstrom auf einen niedrigeren Haltestrom nach dem Schalten des Ventils, **gekennzeichnet durch** Sensormittel (**21**; **29**; **32**) zur Erfassung eines beim Schalten des Ventils (**10**) sich verändernden Parameters, wobei in Abhängigkeit dieser Veränderung schaltende Schaltmittel (**21**; **28**) zur Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom (I_H) vorgesehen sind.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensormittel (**21**) einen magnetfeldsensitiven Schalter aufweisen, der in Abhängigkeit der Position eines Magneten (**24**) an einem sich beim Schalten des Ventils (**10**) bewegenden Element (**16**) seinen Schaltzustand wechselt.
3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der die Sensormittel (**21**) bildende magnetfeldsensitive Schalter im Ruhezustand des Ventils (**10**) geschlossen und bei geschaltetem Ventil (**10**) geöffnet ist, und dass dieser Schalter in den Stromkreis der Ventilspulen-anordnung (**11**) geschaltet und durch ein stromreduzierendes Element (**22**), insbesondere einen Widerstand, überbrückt ist.
4. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensormittel (**29**) Drucksensor aufweisen, der einen beim Schalten des Ventils (**10**) sich verändernden Druck sensiert.
5. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltmittel zur Umschaltung auf den niedrigeren Haltestrom oder Stromsensormittel zur Erkennung des niedrigeren Haltestroms mit einer Anzeigevorrichtung (**23**; **31**) in Wirkverbindung stehen.
6. Ventil nach Anspruch 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeigevorrichtung (**23**) parallel zum die Sensormittel (**21**) bildenden magnetfeldsensitiven Schalter geschaltet ist.
7. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensormittel (**32**) einen Stromsensor für den Ventilspulenstrom sowie Mittel (**33**) zur Bildung des Verlaufs der zeitlichen Ableitung desselben besitzen, wobei die Schaltmittel zur Auslösung der Umschaltung bei einem negativen Wert der zeitlichen Ableitung ausgebildet sind.
8. Ventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine die Umschaltung bei Unterschreitung eines vorgebbaren Werts der zeitlichen Ableitung auslösende Schwellwertstufe (**34**) vorgesehen ist.

9. Ventil nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass Speichermittel (**35**) zur Speicherung eines Auslöse- oder Umschaltsignals vorgesehen sind, die mit einer Anzeigevorrichtung (**31**) in Wirkverbindung stehen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

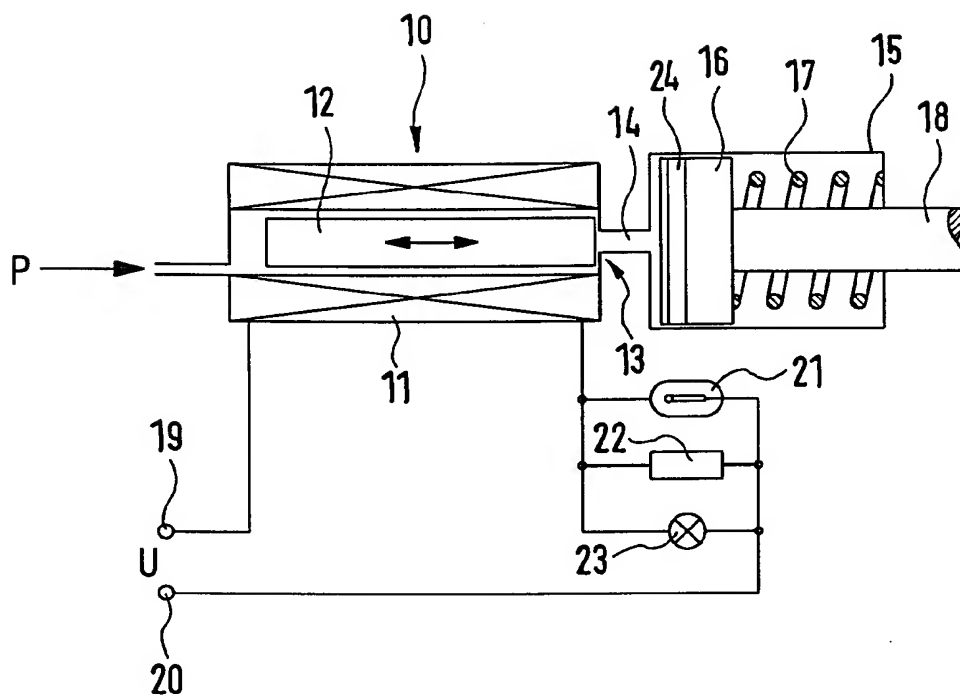


Fig. 1

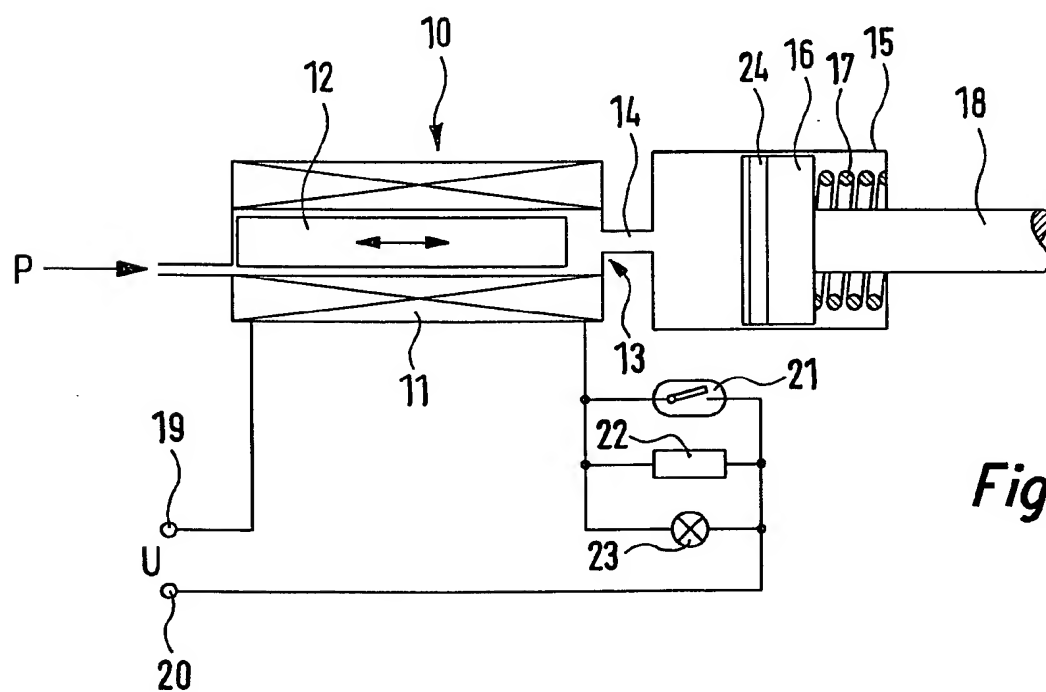
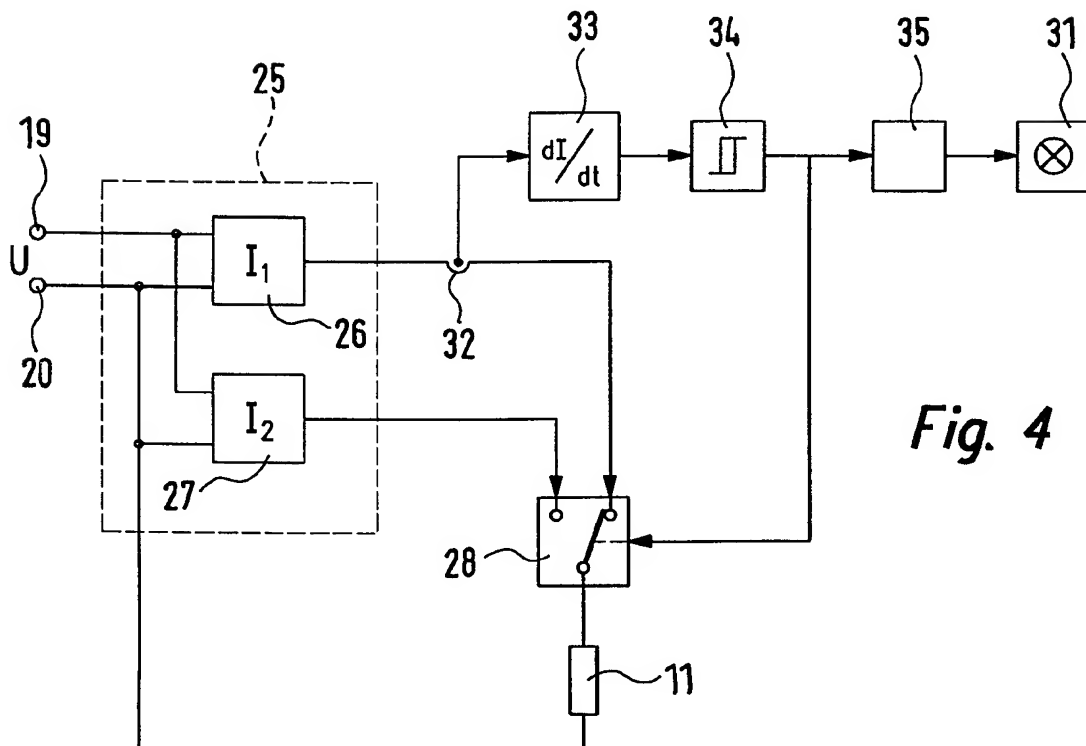
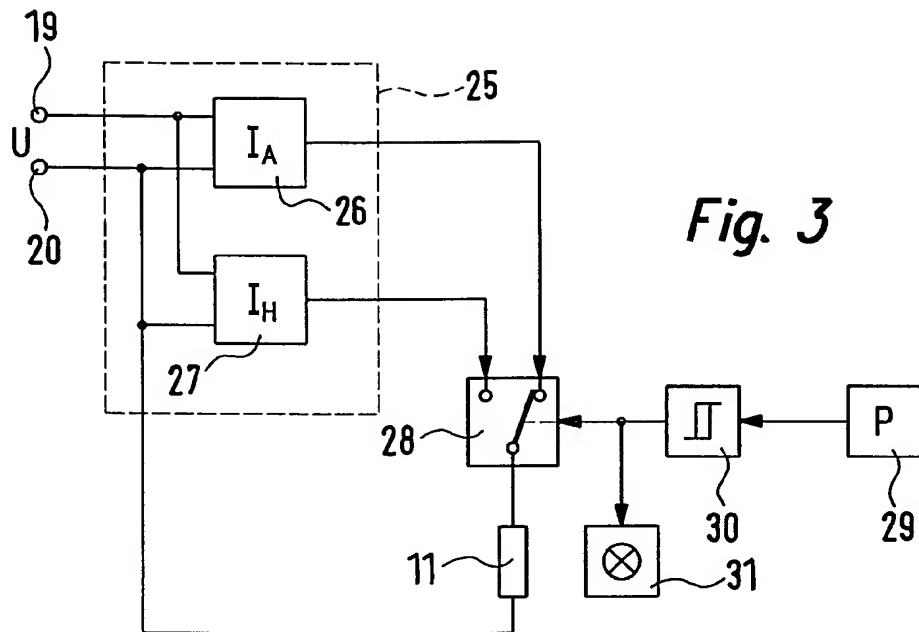


Fig. 2



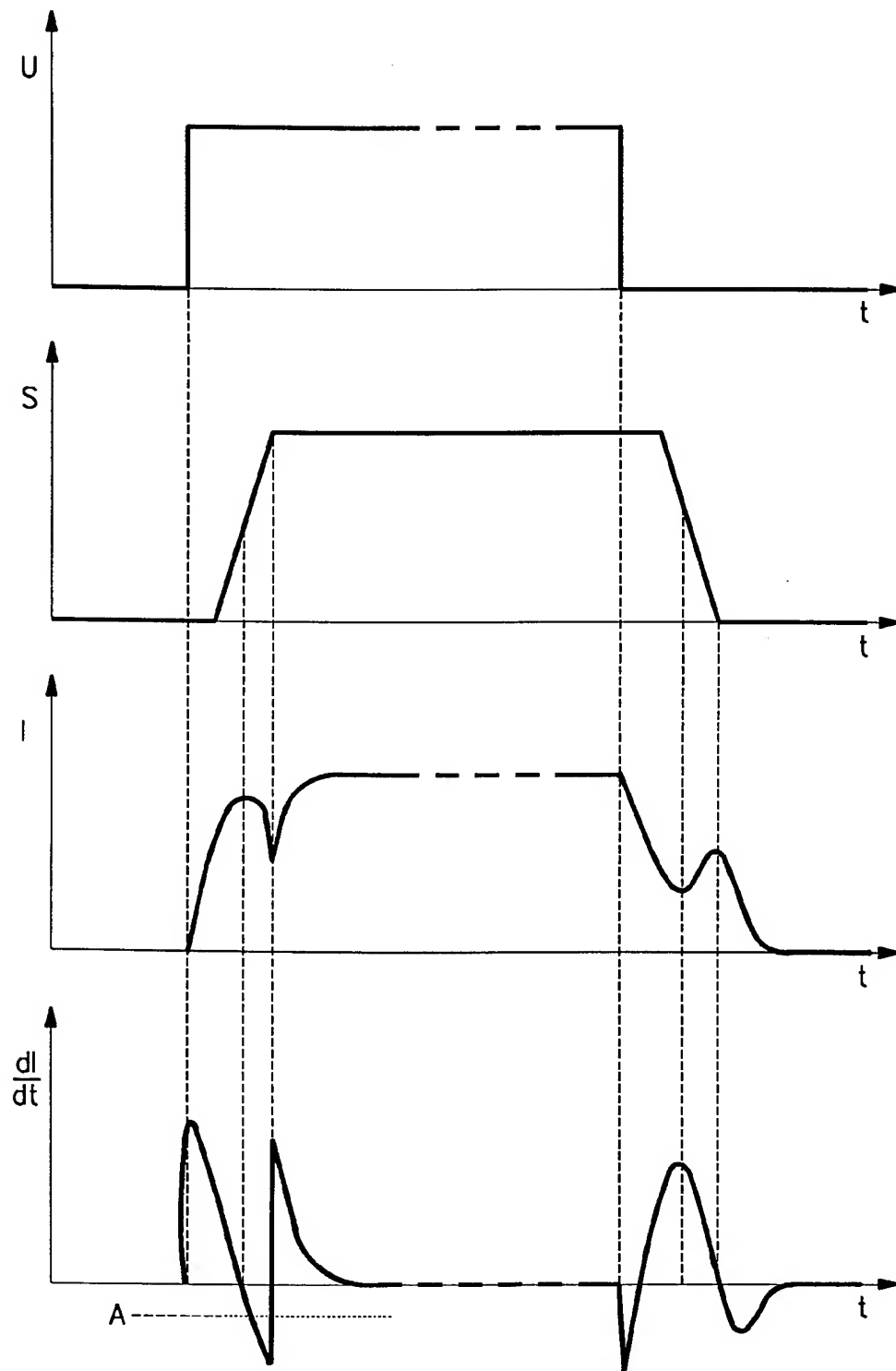


Fig. 5